
Capítulo V

**Aplicaciones tecnológicas:
eliminación de rudimento seminal, evaluación de
emulsiones para acelerar el secado y cinética de secado**

Juan Ignacio Prieto
Eliana Sánchez
Federico Rufino
Rodrigo Sebastián Espíndola

Eliminación de rudimento seminal

La Real Academia Española (2015), define flor como un brote reproductor de las plantas fanerógamas, y de muchas otras, que consta de carpelos, estambres y hojas no fértiles que forman el perianto, dando lugar al fruto. Su función es producir el fruto y sus semillas.

El proceso de formación de yemas florales en la vid se produce a partir de dos etapas básicas: a) inducción floral y b) diferenciación de inflorescencias. Se conoce como inducción floral a una condición interna del ápice meristemático vegetativo de una yema que conduce a su transformación en meristema floral; siendo que la transición entre un meristema vegetativo y uno floral, recibe el nombre de evocación floral.

Luego, ocurre la diferenciación morfológica, momento en el que microscópicamente el ápice se redondea y aplanar; secuencialmente se forman los primordios de flores y luego sus partes. Al iniciarse el crecimiento de la yema, aparece el botón floral y luego ocurre la floración. Se distinguen tres procesos de formación de primordios: del racimo o pedúnculo de la inflorescencia, de las ramificaciones de la inflorescencia y de las flores.

Cada una de las partes florales se desarrolla en el tiempo hasta su tamaño y madurez final, desde la inducción floral a la floración. El proceso dura un año y, durante este periodo, puede revertirse, debilitarse o detenerse por la acción del clima, la luz, la temperatura y la acción de reguladores de crecimiento. Estos últimos son señales químicas que promueven el crecimiento, facilitan la comunicación entre las células vegetales y coordinan sus actividades. El control de la respuesta hormonal se lleva a cabo a través de cambios en la concentración y la sensibilidad de los tejidos a las hormonas.

Entre ellas, las giberelinas (GAs) son compuestos naturales de las plantas superiores que actúan como reguladores endógenos del crecimiento y desarrollo. Al igual que otras hormonas vegetales, no tienen el control exclusivo de un determinado proceso fisiológico. Son terpenos que por ciclación forman kaureno. Se sintetizan en todos los tejidos vegetales y son transportadas vía floema y xilema. Son responsables de la división y elongación celular.

En la transición de ápice vegetativo a primordio de racimo, las GAs exógenas funcionan como inductoras; sin embargo pueden ser inhibidas por Triclorocolina

(CCC), considerada una antigiberelina. Una vez formado el pedúnculo o primordio de zarcillo, las GAs evitan la formación de la inflorescencia ramificada, la que termina en zarcillo simple, excepto de tratarse con CCC, Citoquinina o una combinación de ambas.

El uso masivo de GAs, antes de floración en Flame Seedless y Thompson Seedless da como resultado una disminución de formación de primordios de racimos. Las GAs inhiben la diferenciación de flores cerca de la brotación, dando como resultado un zarcillo ramificado. La inducción irreversible del racimo parece estar bajo el control de las citocininas naturales, las que no son abundantes si el brote crece rápidamente por acción de GAs o el clima.

La formación y crecimiento de las bayas tiene su origen y consecuencia de la acción y del estímulo hormonal de la polinización, la fecundación y la formación de semillas, así como del aporte de sustancias nutritivas de la planta. En variedades apirénicas no hay formación de semillas, siendo la estenospermocarpia un caso de ello, porque la fructificación inicial ocurre con formación de semilla, la cual aborta. Las variedades de uva apirénicas son aquellas que producen bayas con semillas muy pequeñas y sin lignificar, verdes y blandas, no perceptibles al comerlas, con peso fresco de 5 a 10 mg. Existen dos tipos de apirenia o ausencia de semillas: estenospermocarpia y partenocarpia. En la primera existe un aborto embrionario, y en la segunda no se produce la formación del embrión. El clima, la esterilidad morfológica, incompatibilidades, factores nutricionales o esterilidad citológica pueden estimular procesos apirénicos. En algunas situaciones, se produce el aborto de las semillas (stenospermocarpia), semanas posteriores a la fecundación por fallas en los sacos embrionarios, quedando sólo las cubiertas seminales, mejor conocidas como rudimento seminal. Cuando el aborto del embrión, luego del proceso de fructificación, se produce de manera temprana, las semillas son vanas e imperceptibles; pero si se produce de manera tardía, habrá semillas vanas con cubiertas duras y oscuras de 30 a 70 mg.

Como se mencionó antes, uno de los factores más importantes que interviene en el proceso de fructificación, crecimiento de la baya y formación de semillas es la presencia de reguladores de crecimiento. Específicamente, las GAs provocan el desarrollo de frutos partenocárpicos en algunas especies, lo que sugiere su participación normal en el crecimiento del fruto. Por esta razón, durante la

floración, el uso de auxinas sintéticas promueve el crecimiento de bayas estenospermocárpicas. El efecto contrario; es decir, formación de semillas, se puede lograr con aplicaciones de ethephon entre 100 ppm y 400 ppm, de tres a cuatro semanas antes de floración.

La inducción de partenocarpia en bayas de uva puede lograrse además por aplicaciones exógenas de estreptomycina (SM). Algunos investigadores atribuyen estos resultados a la inhibición y atrofiado de tubos polínicos y ovarios. Otros estudios afirman que aplicaciones con SM durante la antesis en el cultivar Muscat Bailey inhibe la formación del endosperma, lo que resulta en la producción de semillas vacías de tamaños variables. La SM es un antibiótico sistémico registrado en la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFA), no tóxico para vegetales, insectos, animales y seres humanos, exento de límite máximo de residuos por sus características o naturaleza. Cuando se realizan inmersiones de racimos en GAs, de 8 a 14 días antes de floración, procedimiento repetido 14 días luego de plena floración, se evidencia ausencia total de semillas. Resultados similares se observaron por la inmersión de racimos en SM a razón de 400 ppm, antes de floración.

Por otra parte, tratamientos preflorales con 4-CPA, a 30 ppm evitan la formación de semilla y también si se los combina con ácido butírico, en floración. El uso de GAs en Flame Seedless, a una concentración de 10 ppm y al 80% de floración, disminuye la presencia de rudimento seminal; y se indica que una aplicación de GAs, del 30% al 80% de floración, puede provocar abscisión de ovarios. Esto también podría estar asociado a un mayor crecimiento de la baya, elongación del escobajo y desgrane del racimo post cosecha.

Aplicaciones a racimos de la variedad Kyoho, seis días previos a la floración con SM a concentración de 125 ppm, indujeron eliminación de semillas en el 82% de las bayas y, al mezclarse con GAs a razón de 12,5 ppm, el porcentaje se incrementó al 94%. Efectos similares se observaron al realizar aplicaciones combinadas, durante la antesis, de GAs a 20 ppm con SM a 2000 ppm, logrando un 100% de bayas sin semillas.

Criterios para realizar esta investigación

El estudio se realizó durante octubre de 2016, mes en que la temperatura media fue 18 °C, con una velocidad media del viento de 16,6 km/h y sin precipitaciones, en una parcela de Flame Seedless, ubicada en Colonia Gutiérrez, Santa Lucía, San Juan (Latitud: 31°52' S, Longitud: 68°47' W, Altitud: 625 metros sobre el nivel del mar), implantada en el año 2009, conducida en parral cuyano, con una distancia de plantación de 2,8 m entre hileras y plantas. Se dejaron 10 plantas de bordura desde el callejón y se midió el diámetro de tronco a la altura del pecho (DT), longitud de brotes, longitud de entrenudos y cantidad de feminelas en 60 plantas. Se calculó un promedio y la desviación estándar (SD) de DT, longitud de brotes, longitud de entrenudos y cantidad de feminelas. Se estipuló una variación de 1 SD, para crear un rango y descartar todas las plantas por encima y por debajo del máximo y mínimo. De todas estas variables, el DT fue la que permitió crear un rango de exclusión. El DT promedio fue de 21,36 mm y la desviación estándar fue de 2,03; por lo tanto el rango fue de 19,33 mm a 23,4 mm. De esta forma 18 plantas fueron excluidas de la parcela de estudio.

Se aplicó un diseño aleatorio simple, en el que la unidad experimental fue una planta. Las pulverizaciones se realizaron con mochila y picos de cono lleno, dirigidas al racimo. Se descartó como tratamiento el uso de estreptomycin (SM) sola, por presentar menor efectividad que su combinación con Gas.

Tabla 35: Mapa del ensayo en la parcela experimental, distribución de tratamientos.
Departamento Santa Lucía, San Juan.

T54	T15	X	X	T23	TEST
T3	T2	X	T1	T4	X
T3	T6	T6	T5	T4	X
X	TEST	T3	T3	TEST	X
X	T5	X	TEST	TEST	X
T1	T3	T4	TEST	TEST	X
T2	X	X	X	TEST	T5
T2	T5	X	X	TEST	T6
T6	T1	T1	T2	T3	T4
X	T5	T1	T4	X	T6

Se realizaron siete tratamientos, con seis repeticiones: T0 o testigo, sin aplicación de regulador de crecimiento; T1, SM 100 ppm + AG₃ 20 ppm aplicado 10 días antes de inicio floración¹⁰, con repeticiones de AG₃ 20 ppm en plena floración¹¹ y cinco días posteriores a fin de floración¹²; T2, SM 100 ppm + AG₃ 40 ppm aplicado 10 días antes de inicio floración, con repeticiones de AG₃ 40 ppm en plena floración y cinco días posteriores a fin de floración; T3, sólo AG₃ 20 ppm aplicado 10 días antes de inicio de floración; T4, sólo AG₃ 40 ppm aplicado 10 días antes de inicio de floración; T5, sólo AG₃ 20 ppm aplicado en plena floración y T6, sólo AG₃ 40 ppm aplicado en plena floración.

¹⁰ Acorde a la fecha promedio de floración de la variedad.

¹¹ Se define plena floración como un momento fenológico en el que existe desprendimiento del 50% de las caliptras de la inflorescencia.

¹² Se considera fin de floración cuando el 90% al 100% han caído.

Tabla 35a: Descripción de tratamientos según dosis y momentos de aplicación.

Tratamiento	10 días previos al inicio de floración	Plena floración	5 días posteriores al fin de floración
T0	-	-	-
T1	100 ppm SM	-	-
	20 ppm GAs	20 ppm GAs	20 ppm GAs
T2	100 ppm SM	-	-
	40 ppm GAs	40 ppm GAs	40 ppm GAs
T3	20 ppm GAs	-	-
T4	40 ppm GAs	-	-
T5	-	20 ppm GAs	-
T6	-	40 ppm GAs	-

Se determinó el momento de cosecha cuando las bayas alcanzaron 20 °Brix, y se tomaron 48 bayas al azar de cada planta, 12 bayas por cuadrante, para determinar peso de bayas y presencia o ausencia de rudimento seminal.

Variables medidas

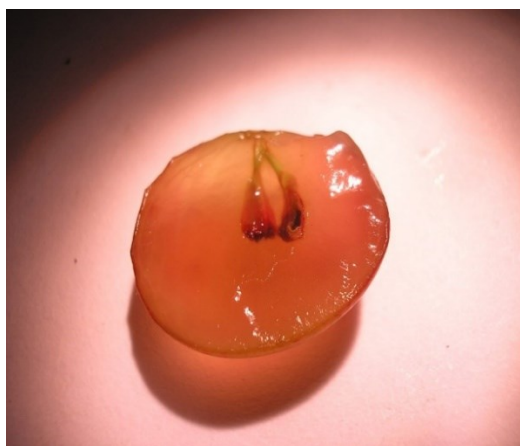
Ausencia y presencia de rudimento seminal

Se realizó un corte longitudinal a cada baya. Se contabilizó el número de bayas sin rudimento seminal (ausencia), y cantidad de bayas con rudimento seminal (presencia). Se evaluaron diferencias en esta variable descriptiva categórica mediante el uso de tablas de contingencia y análisis de frecuencias. Se utilizó el estadístico Chi cuadrado.

Figura 23. Corte longitudinal de baya de Flame Seedless sin rudimento seminal.



Figura 24. Corte longitudinal de baya de Flame Seedles con rudimento seminal.



Peso de bayas

Se midió el peso en gramos de 48 bayas mediante el uso de balanza digital con capacidad máxima de 1 kg, marca Precisión, modelo TH 500. Se calcularon estadísticos descriptivos de posición (máximo, mínimo, media y mediana) y dispersión (varianza, desviación estándar, error estándar y coeficiente de variación). Además, se realizó un análisis de la varianza.

Número de pasas cada 100 g

Por cada tratamiento se pesaron 100 g de pasas con balanza digital con capacidad máxima de 500 g, marca Precisión, modelo TH 500. Se contabilizó el número de pasas contenido en cada grupo. Se calcularon estadísticos descriptivos de posición, dispersión y análisis de la varianza.

Relación de secado

Para medir esta variable se tomó un cajón plástico con capacidad de 10 kg de cada repetición, se pesó su contenido en una balanza digital con capacidad máxima de 30 kg, marca Systel Croma. Una vez pesado el material vegetal, se extendió en un secadero de ripio. A los siete días se volteó y se levantó la pasa

cuando alcanzó aproximadamente un 15% de humedad; y se registró el peso seco. Se calculó la relación de secado con el cociente entre peso seco y peso fresco, siendo esta una variable adimensional. Se calculó análisis de la varianza.

Resultados obtenidos

Los valores medios de ausencia de rudimento seminal en bayas se encuentran entre 10,00 y 42,67 (testigo y aplicación de 100 ppm SM + 40 ppm GAs en diferentes momentos o T2, respectivamente), en promedio 4,2 veces mayor ausencia de rudimento con respecto al tratamiento testigo. La mayor desviación estándar (SD) es 13,71 para las aplicaciones con 100 ppm SM + 20 ppm GAs en diferentes momentos (T1), siendo el máximo error 3,43 en plantas con aplicaciones de 20 ppm GAs en floración (T5). Los tratamientos con SM + 40 ppm GAs en diferentes momentos (T2) y SM + 20 ppm GAs en diferentes momentos (T1) presentan la máxima ausencia de rudimento (48 y 47 bayas sin rudimento, respectivamente), mientras que la menor ausencia de rudimento se manifiesta en las plantas tratadas con sólo 40 ppm GAs en prefloración (T4) y el testigo (T0), con cinco y seis bayas sin rudimento, respectivamente.

Tabla 36: Estadísticos descriptivos de la variable ausencia de rudimento seminal. Conteo de bayas sobre un total de 48.

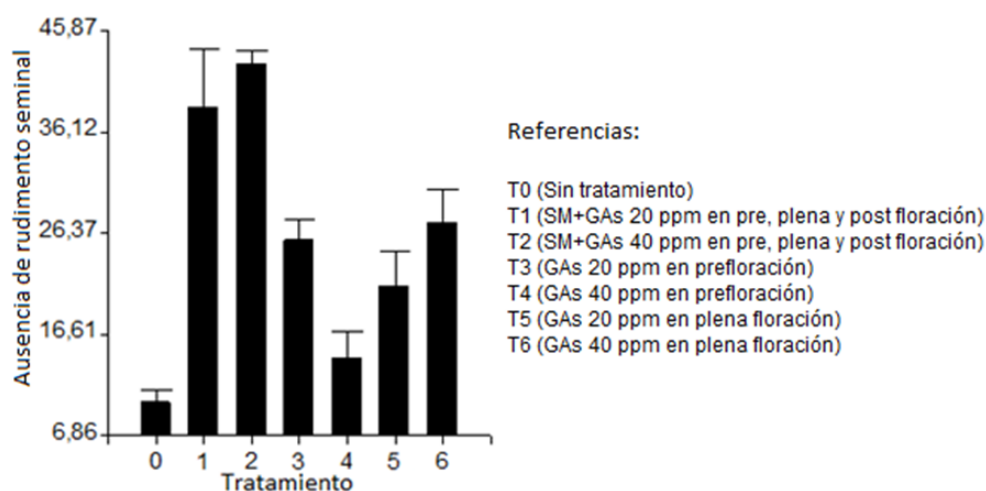
Tratamiento	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
T0 (Sin tratamiento)	10,00	3,35	1,37	33,47	6,00	14,00	9,00
T1 (SM+GAs 20 ppm en pre, plena y post floración)	38,50	13,71	5,60	35,60	11,00	47,00	42,50
T2 (SM+GAs 40 ppm en pre, plena y post floración)	42,67	3,01	1,23	7,06	39,00	48,00	42,50
T3 (GAs 20 ppm en prefloración)	25,83	4,49	1,83	17,38	17,00	29,00	27,00
T4 (GAs 40 ppm en prefloración)	14,33	5,85	2,39	40,84	5,00	21,00	14,00
T5 (GAs 20 ppm en plena floración)	21,33	8,41	3,43	39,40	11,00	33,00	23,50
T6 (GAs 40 ppm en plena floración)	27,50	7,48	3,05	27,19	15,00	35,00	27,50

Del análisis de la varianza para la variable ausencia de rudimento seminal, se aprecia un porcentaje de ajuste del 68%. El valor p es menor a 0,05, lo que indica la existencia de diferencias significativas para las distintas frecuencias de las categorías en análisis (Tabla 37). Los mayores porcentajes de ausencia se observan en los tratamientos con SM + 40 ppm GAs en diferentes momentos (T2) (88,89%) y SM + 20 ppm en diferentes momentos (T1) (80,20%), Los tratamientos T0 (testigo), T4 (40 ppm GAs en prefloración) y T5 (20 ppm GAs en floración) son los que menor porcentaje de ausencia poseen (20,83%, 29,85% y 44,43%).

Tabla 37: Análisis de la varianza de la variable ausencia de rudimento seminal. Conteo de bayas sobre un total de 48. Letras distintas indican diferencias.

Tratamiento	Medias				
T0 (Sin tratamiento)	10,00	A			
T4 (GAs 40 ppm en prefloración)	14,33	A	B		
T5 (GAs 20 ppm en plena floración)	21,33	A	B		
T3 (GAs 20 ppm en prefloración)	25,83		B	C	
T6 (GAs 40 ppm en plena floración)	27,50		B	C	
T1 (SM+GAs 20 ppm en pre, plena y post floración)	38,50			C	D
T2 (SM+GAs 40 ppm en pre, plena y post floración)	42,67				D

Figura 25. Análisis de frecuencias para la variable ausencia de rudimento seminal respecto a 48 bayas en observación.



Se observa rudimento seminal en un promedio que fluctúa entre 5,33 y 38,00, para las plantas tratadas con SM + 40 ppm de GAs (T2) y el testigo (T0) respectivamente. La mayor SD corresponde al tratamiento con SM + 20 ppm GAs (T1) con un error máximo de 5,60. Los valores mínimos respecto a esta variable están en los tratamientos con SM + 40 ppm GAs (T2) (0,00) y SM + 20 ppm GAs (T1) (1,00). Según los resultados, los máximos porcentajes de presencia de rudimento obtenidos pertenecen al testigo (T0) con 90,47%, T4 (aplicaciones sólo con 40 ppm GAs en prefloración) con 80,16% y T5 (20 ppm GAs en prefloración) con 55,54%; mientras que los porcentajes mínimos pertenecen a T2 (SM + 40 ppm GAs) (12,69%) y T1 (SM + 20 ppm GAs) (22,61%).

Al analizar el peso de 48 bayas (g) se observan valores medios entre 136,50 g y 146,83 g correspondientes al T5 (20 ppm GAs en floración) y T4 (40 ppm GAs antes de floración) respectivamente. La máxima desviación es del 17,93% (T6 o 40 ppm GAs en floración).

Tabla 38: Estadísticos descriptivos de la variable peso fresco de 48 bayas.

Tratamiento	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
T0 (Sin tratamiento)	141,67	4,50	1,84	3,18	133,00	146,00	142,50
T1 (SM+GAs 20 ppm en pre, plena y post floración)	143,50	11,88	4,85	8,28	129,00	165,00	142,50
T2 (SM+GAs 40 ppm en pre, plena y post floración)	146,50	8,48	3,46	5,79	141,00	163,00	143,00
T3 (GAs 20 ppm en prefloración)	138,17	10,26	4,19	7,43	122,00	147,00	142,50
T4 (GAs 40 ppm en prefloración)	146,83	9,62	3,93	6,55	141,00	166,00	143,50
T5 (GAs 20 ppm en plena floración)	136,50	10,29	4,20	7,54	123,00	147,00	141,50
T6 (GAs 40 ppm en plena floración)	139,33	17,93	7,32	12,87	114,00	167,00	139,00

En el análisis de la varianza del peso de baya se advierte que el CV es de 7,81. El p valor es mayor a 0,05, por lo que no existen diferencias significativas en la variable peso fresco de bayas. Los valores promedio de número de pasas cada 100 g se encuentran en un rango comprendido entre 135,83 y 280,17 para el testigo (T0), y el tratamiento con 20 ppm GAs en prefloración (T3), respectivamente. La mayor DE es 14,03 (T3), siendo el error máximo 5,73. Valores

mínimos (131), corresponden al testigo, mientras que los valores máximos (297), corresponden a plantas tratadas con 20 ppm GAs en prefloración o T3.

Tabla 39: Estadísticos descriptivos de la variable número de pasas cada 100 g.

Tratamiento	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx
T0 (Sin tratamiento)	135,83	4,75	1,94	3,50	131,00	143,00
T1 (SM+GAs 20 ppm en pre, plena y post floración)	182,83	3,37	1,38	1,84	180,00	189,00
T2 (SM+GAs 40 ppm en pre, plena y post floración)	184,33	9,40	3,84	5,10	174,00	199,00
T3 (GAs 20 ppm en prefloración)	280,17	14,03	5,73	5,01	260,00	297,00
T4 (GAs 40 ppm en prefloración)	219,67	3,44	1,41	1,57	215,00	225,00
T5 (GAs 20 ppm en plena floración)	220,33	9,18	3,75	4,17	209,00	236,00
T6 (GAs 40 ppm en plena floración)	223,17	5,42	2,21	2,43	217,00	233,00

En el análisis de la varianza del número de pasas cada 100 g, se observa un CV de 3,86 y el porcentaje de ajuste es 97%. En este caso existen diferencias significativas para las distintas frecuencias de las categorías en análisis. Se aprecia que en el testigo la media es 135,83, seguido de T1 y T2 (SM + 20 ppm GAs y SM + 40 ppm GAs, respectivamente) con 182,83 y 184,33 cada uno; por otro lado, el mayor promedio para la variable (280,17) pertenece a T3, con 20 ppm GAs en prefloración (Tabla 40).

Tabla 40: Análisis de la varianza de número de pasas cada 100 g.

Letras distintas indican diferencias.

Tratamiento	Medias				
T0 (Sin tratamiento)	135,83	A			
T1 (SM+GAs 20 ppm en pre, plena y post floración)	182,83		B		
T2 (SM+GAs 40 ppm en pre, plena y post floración)	184,33		B		
T4 (GAs 40 ppm en prefloración)	219,67			C	
T5 (GAs 20 ppm en plena floración)	220,33			C	
T6 (GAs 40 ppm en plena floración)	223,17			C	
T3 (GAs 20 ppm en prefloración)	280,17				D

En cuanto a relación de secado, los valores medios oscilan entre 0,19, correspondiente al tratamiento con 20 ppm GAs en prefloración (T3), y 0,23 para el SM + 40 ppm GAs (T2). El error es 0 para todos los tratamientos, y la SD es 0,01 para el T3. El CV fluctúa entre 0,6 y 3,22. El valor máximo de relación de secado se presenta en T2 (SM + 40 ppm GAs), mientras que el valor mínimo se da en plantas tratadas con 20 ppm GAs en prefloración (T3).

Tabla 41: Estadísticos descriptivos de la variable relación de secado.

Tratamiento	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx
T0 (Sin tratamiento)	0,21	0,00	0,00	1,88	0,20	0
T1 (SM+GAs 20 ppm en pre, plena y post floración)	0,22	0,00	0,00	0,76	0,21	0
T2 (SM+GAs 40 ppm en pre, plena y post floración)	0,23	0,00	0,00	1,02	0,23	0
T3 (GAs 20 ppm en prefloración)	0,19	0,01	0,00	3,22	0,18	0
T4 (GAs 40 ppm en prefloración)	0,22	0,00	0,00	0,60	0,22	0
T5 (GAs 20 ppm en plena floración)	0,22	0,00	0,00	0,61	0,22	0
T6 (GAs 40 ppm en plena floración)	0,21	0,00	0,00	1,35	0,20	0

Para esta variable existen diferencias significativas para las distintas frecuencias de las categorías en análisis. Por un lado, se aprecia el tratamiento con 20 ppm GAs en prefloración (T3) con un valor medio mínimo de 0,19 en oposición al T2 (SM + 40 ppm GAs), con una media de 0,23 (Tabla 42).

Tabla 42: Análisis de la varianza de relación de secado.

Tratamiento	Medias				
T3 (GAs 20 ppm en prefloración)	0,19	A			
T0 (Sin tratamiento)	0,21		B		
T6 (GAs 40 ppm en plena floración)	0,21		B		
T4 (GAs 40 ppm en prefloración)	0,22			C	
T1 (SM+GAs 20 ppm en pre, plena y post floración)	0,22			C	
T5 (GAs 20 ppm en plena floración)	0,22			C	
T2 (SM+GAs 40 ppm en pre, plena y post floración)	0,23				D

Conclusiones sobre eliminación de rudimento seminal en Flame Seedless

En este trabajo, en cuanto a momentos y dosis de mayor efectividad, se observó que una combinación de estreptomycin y giberelina aplicados antes de floración son efectivos para reducir la presencia de rudimento seminal en Flame Seedless, sin alcanzar una efectividad del 100%. Cuando en la combinación se usa giberelina en altas dosis (40 ppm), el efecto en la desaparición de rudimento es mayor que cuando se usa en bajas dosis (20 ppm).

Existe un efecto sobre la relación de secado, siendo esta mayor cuando se usa la combinación de SM y GAs en mayor concentración; sin embargo, habrá que determinar si esta relación responde a un mayor contenido de azúcar por baya, dado por menor cantidad de bayas por racimo. Se puede relacionar con un mayor peso de bayas a aplicaciones combinadas de SM + GAs antes de floración.

La calidad de las pasas tratadas con SM + GAs es positiva, en comparación a pasas tratadas sólo con GAs o sin tratar. No se observan diferencias en atributos como color y sabor; y la combinación SM + GAs muestra las mejores valoraciones en cuanto a presencia de rudimento seminal, al igual que en la calificación general y pasas de mayor tamaño.

De acuerdo con lo observado, si se hace una aplicación combinada de ácido giberélico y estreptomycin durante prefloración, se producirá el aborto del embrión, generando bayas estenospermocárpicas. Asimismo, aumentará la efectividad de la SM, respecto a la ausencia de rudimento, con dosis de GAs de 40 ppm. Sin embargo, es necesario hacer nuevos estudios con diferentes dosis de estreptomycin aplicadas en prefloración y durante la floración.

Uso de emulsiones para acelerar el secado de la uva

En la producción de pasas de uva los tiempos de secado largos no son deseables por razones económicas, peligros de contaminación y deterioro del producto al entorno abierto. Es por esto que esos tiempos difieren por la existencia o no de tratamientos previos, desarrollados para mejorar su velocidad, aumentar la tasa de secado y conservar el color de las pasas. Los cambios indeseables en el color pueden disminuir su calidad y valor de comercialización. Estos tratamientos actúan produciendo modificaciones en la cutícula de la baya, disolviendo los componentes cerosos, aumentando la pérdida de agua. Se comprobó que sumergir pasas de uva durante varios minutos en soluciones de oleato de etilo u otras (derivados de ácidos grasos usados como agentes humectantes y emulsionantes), reduce el tiempo de secado y mejora el color. El oleato de etilo destruye la resistencia de la cutícula, evitando la transferencia de humedad y aumentando la velocidad de secado. Los precios de los compuestos de oleato en el mercado dependen de los precios del aceite de soja, como también de las cantidades producidas en cada temporada.

Con respecto a las diferentes alternativas químicas, en España se utiliza el baño caliente de ceniza de madera, hidróxido de calcio (Ca(OH)_2), y soda cáustica (NaOH). Estos métodos son más agresivos, porque utilizan emulsiones calientes con soda cáustica y agua caliente que producen grietas en la cutícula de las uvas, lo que acelera su secado. En California, este tipo de aceites se comercializan como *oleate seedless*. Las pasas se introducen en túneles de secado y se rocían con la emulsión caliente más dióxido de azufre durante 30 h a 65 °C. Un método más natural emplea sólo agua caliente para la inmersión de las uvas (a 90 °C, sin soda cáustica, de 8 s a 15 s), y el paso por túneles de secado con aire a 80 °C. Con este sistema se obtienen pasas sin semillas (*dipped seedless*).

En cambio, en Australia se sumerge la fruta durante algunos segundos en una solución de soda cáustica a 85 °C. Este tratamiento elimina parte de la cera y separa las células de la piel de la baya para aumentar la velocidad de secado. Sin embargo, este método ya no se utiliza y ha sido reemplazado por procesos de inmersión en aceites fríos secantes, debido a que los frutos se oscurecen durante el almacenamiento por la pérdida de azúcar. La inmersión también fue usada antiguamente en el Mediterráneo con mezclas de aceite de oliva y cenizas de

madera, pero en la actualidad fue reemplazada por combinaciones de etilésteres de ácidos grasos con carbonatos potásicos.

Otro método es el uso de emulsión de aceite alcalino. Este se prepara a partir de aceites de inmersión y carbonato de potasio (K_2CO_3). La emulsión altera la cutícula cerosa y mejora el secado. De esta forma las bayas se sumergen en tanques o son pulverizadas con estas mezclas, acelerando el secado de dos a tres veces. El túnel de secado es una alternativa que evita que la fruta se oscurezca y pierda azúcares, se realiza durante tres días a 60 °C. Para este método de inmersión estándar se utilizan aceites secantes en concentraciones de 1,5 l, carbonato de potasio 2,4 kg e hidróxido de potasio 1 kg para 100 l de agua, con un volumen de 30 l requerido por tonelada de uva fresca y tiempo de inmersión de tres minutos. En estudios realizados en Irán los productos secantes que se utilizan son soluciones de oleato de etilo (EO), PAKSAN (PA) (nombre comercial) y agua caliente (HW). El EO se prepara como una solución de 2% de oleato de etilo más una solución de carbonato de potasio al 5% a temperatura ambiente, con un tiempo de inmersión de 60 s. La solución de PA se prepara con 4% aceite de PAKSAN (contiene ácido oleico libre y ésteres etílicos de ácidos grasos), más una solución de carbonato de potasio al 5% a temperatura ambiente, con un tiempo de inmersión de 60 s; y el agua se calienta hasta 95 °C con un tiempo de inmersión de 15 s. El tratamiento con agua tiene un efecto menor en los cambios estructurales de la piel, mientras que los efectos del tratamiento químico con EO y PA son más significativos en un contenido de humedad adimensional dado (Esmaili *et al*, 2007). En cambio, con temperaturas de 50 °C, el tratamiento de EO acorta el tiempo de secado en comparación con el agua (Esmaili *et al*, 2007). Como cabría esperar, un aumento en la temperatura del aire de secado aumenta sustancialmente la velocidad de secado de las uvas pretratadas con EO.

Por otro lado, en Turquía, en variedades Sultana y Thompson Seedless, se hicieron pruebas con dos pretratamientos. El primero, fue con soluciones de carbonato de potasio tradicional (POTAS), que se prepararon disolviendo 0,5 kg de carbonato de potasio en 10 l de agua con la adición de 0,05 kg de aceite de oliva y; el segundo, con una emulsión alcalina de oleato de etilo (AEEO) preparada por disolución de 0,5 kg de carbonato de potasio en 10 l de agua y añadiendo 0,2 kg de oleato de etilo. El tiempo de inmersión de las soluciones fue de aproximadamente un minuto a temperatura ambiente. Luego, las uvas se secaron

a temperaturas de 50 °C, 55 °C, 60 °C y 70 °C con una velocidad del aire de 1,2 m/s. Asimismo, las uvas no tratadas se secan a temperaturas de 60 °C y 70 °C.

Se observó que las uvas sumergidas en las soluciones AEEO o POTAS tenían un tiempo de secado más corto en comparación con las uvas no tratadas. Para AEEO el tiempo de secado fue de 20,5 h y para POTAS fue de 22 h, mientras que las uvas no tratadas tuvieron un tiempo de secado de 48 h. Con respecto al análisis de color de la uva, este mostró mejores resultados con las uvas pretratadas con AEEO que con las uvas tratadas con POTAS.

Posteriormente, se realizaron otros estudios, en los que las uvas fueron tratadas con solución de carbonato de potasio (POTAS) al 5% más aceite de oliva al 0,5%; SO1 que es 2% de oleato de etilo más 2,5% de carbonato de potasio; EO2 que es 2% de oleato de etilo más 2,5% de hidróxido de potasio y; por último, una solución llamada EO3 que se prepara con 2% de oleato de etilo más 2,5% de solución de carbonato de sodio. Con respecto al tiempo de inmersión, este fue de un minuto, luego se secaron a temperaturas de 60 °C y con una velocidad del aire de 1,1 m/s; cada muestra utilizada pesó 300 g. Como conclusión, muestras sumergidas en EO1 tuvieron tiempos de secado más corto que los demás tratamientos. Los tiempos de secado de las muestras, para EO1, POTAS, EO2, EO3 y no tratadas fueron de 25 h, 28 h, 30 h, 33 h y 65 h, respectivamente. Estos resultados demostraron que las muestras con EO1 tienen menor tiempo de sequedad que las otras muestras de 12, 20, 32 y 160%, respectivamente. En consecuencia, la solución de EO1 fue más eficaz en el secado de la uva, puesto que se retiró la capa cerosa de la superficie de la baya y aumentó la permeabilidad de la piel.

El proceso de secado al sol fue de 15-20 días para las uvas no tratadas y de 7-12 días para las tratadas, dependiendo de la humedad relativa y temperatura ambiente. Luego de realizados los tratamientos previos al secado, se procedió a colocar la uva al sol o en estructuras fabricadas para el secado.

Por otra parte, en el sistema DOV, el proceso de pasificación es lento, por lo que se utilizan alternativas químicas para acelerar el secado de las pasas en la planta. La técnica para aumentar las tasas de secado consiste en rociar las uvas con soluciones secantes. Se sabe que en este sistema la fruta se seca por el corte de cargadores y los brotes, hojas y frutas se dejan en los alambres de la estructura donde se deshidratan. Dentro de los tres días posteriores al corte de los cargadores, las uvas son rociadas con soluciones de oleato de metilo o etilo al 2%

en volumen y carbonato de potasio al 2% en peso, aplicado a razón de 5.600 l/ha. Aproximadamente cinco a siete días después, se hace una segunda aplicación de la mitad de concentración, con el propósito de una lograr mayor penetración en los racimos que se encuentran dirigidos hacia el interior de la planta. Diez días después de la segunda aplicación (15 a 18 días después del corte), la mayor cantidad de uva se encuentra con la humedad justa para ser cosechada.

Criterios para realizar esta investigación

El estudio se realizó sobre la variedad Flame Seedless conducida en parral con un marco de plantación de 3 m x 1,5 m (2.222 plantas/ha). El suelo donde se ubicó el ensayo es pedregoso en superficie y arenoso en profundidad. Posee riego por goteo y las parcelas fueron regadas uniformemente. Se utilizó un experimento factorial con repeticiones. Se trató de dos factores con dos y tres niveles, generando seis tratamientos y seis repeticiones, siendo la unidad experimental una planta (36 plantas en total).

Factor A: momento de corte (20 °Brix y 24 °Brix).

Factor B: productos secantes (sin secante; K_2CO_3 4% + Aceite; K_2CO_3 8% + Aceite).

La selección de plantas fue por medición de diámetro de tronco a la altura de pecho (DTP) y medición de peso de poda. Se ajustó la carga en función del DTP y peso de poda en todos los tratamientos. Se midió el peso de poda de seis plantas (16%) y se calculó el peso de poda medio y la desviación estándar, determinando un rango de variación que sirvió de utilidad para ajustar la carga mínima y máxima. Se calculó el promedio general de racimos por planta, generando un rango de 22 a 68 racimos. El área destinada a la producción de madera (sin fruta, sin aplicación y sin corte de cargadores) funcionó como separación entre las plantas con aplicación de producto secante. Las aplicaciones de las soluciones secantes se realizaron el mismo día de corte de los cargadores, a primeras horas de la mañana sin presencia de vientos, cuando se alcanzó 20 °Brix o 24°Brix. Se utilizó una mochila de 5 l, con dosis de 200 ml para los tratamientos $20CO_3$ - $24CO_3$ al 4% y de 400 ml para los tratamientos $20CO_3$ - $24CO_3$ al 8%. A todos estos tratamientos se les adicionó 200 ml de aceite.

Tratamientos realizados en el experimento

20SC: corte de cargador a 20 °Brix sin aplicación.

24SC: corte de cargador a 24 °Brix sin aplicación.

20CO₃ 4%: corte de cargador a 20 °Brix con K₂CO₃ 4% + aceite 4%.

24CO₃ 4%: corte de cargador a 24 °Brix con K₂CO₃ 4% + aceite 4%.

20CO₃ 8%: corte de cargador a 20 °Brix con K₂CO₃ 8% + aceite 4%.

24CO₃ 8%: corte de cargador a 24 °Brix con K₂CO₃ 8% + aceite 4%.

Mediciones a campo y en gabinete

Medición de sólidos solubles

Se realizó la medición de grados Brix cada tres días, con un refractómetro de mano (portátil), para determinar el momento oportuno de cosecha (20°- 24°), tomando una muestra de bayas de la parte superior, media e inferior, de un racimo por planta, por unidad experimental y tratamiento, con el objetivo de observar la evolución en el tiempo de los grados Brix (madurez) para cada tratamiento.

Medición de pérdida de peso y humedad de cosecha

Se realizó la medición de pérdida de peso para saber en qué momento se llegó a peso constante. Se tomó una muestra de un racimo por planta para cada uno de los tratamientos, con una balanza de precisión marca Ohaus de laboratorio de 2,2 kg, y se los colocó en una bolsa tipo red que permitiera el proceso de secado, se la dejó colgada en la planta y se procedió a medir el peso tres veces por semana. Para la medición de humedad, se tomó una muestra representativa cada cinco días, en bolsas de 1 kg para todos los tratamientos y se envió al laboratorio del departamento de Química de la Facultad de Ingeniería.

Figura 26. Diseño experimental y distribución de los tratamientos. M=sector de madera.

M	fruta	M	fruta	M	fruta	M	fruta	M	fruta	M	fruta
	20CO ₃ 8%		20CO ₃ 8%		20CO ₃ 8%		20CO ₃ 4%		20CO ₃ 8%		20SC
	24CO ₃ 4%		24CO ₃ 4%		24SC		24SC		24SC		24SC
	24CO ₃ 8%		24CO ₃ 8%		24CO ₃ 8%		24CO ₃ 8%		20CO ₃ 4%		20SC
	24CO ₃ 4%		24CO ₃ 4%		20SC		20CO ₃ 8%		24CO ₃ 8%		24CO ₃ 8%
	20CO ₃ 8%		20SC		20CO ₃ 4%		20CO ₃ 4%		20CO ₃ 4%		20CO ₃ 4%
	20SC		20SC		24CO ₃ 4%		24CO ₃ 4%		24SC		24SC

Resultados obtenidos durante el estudio

Período de secado

El proceso de secado, desde corte a cosecha, ocurrió entre el 17 de enero y el 24 de febrero; es decir 46 días; sin embargo, todas las curvas de secado mostraron que se llegó a peso constante en menos tiempo. Los tratamientos a los que se les realizó la desconexión vascular con 20 °Brix (20SC, 20CO₃ 4% y 20CO₃ 8%) llegaron a peso constante en 31 días (17 de enero al 17 de febrero), en cambio a los que se les cortaron los cargadores con 24 °Brix (24SC, 24CO₃ 4% y 24CO₃ 8%) alcanzaron un peso constante en 21 días (27 de enero al 17 de febrero).

En los tratamientos a 20 °Brix, el porcentaje de pérdida diaria de peso mostró un tiempo de secado de 24 días para el tratamiento 20SC y 20CO₃ al 4% respectivamente. Sin embargo, para el tratamiento con 20CO₃ al 8%, el tiempo de secado fue de 14 días. Para estos tratamientos, el porcentaje de pérdida diaria de peso mostró para el tratamiento 24SC y 24CO₃ al 4% un tiempo de secado de 24 días al igual que en el de 20 °Brix. En cambio, para el tratamiento 24CO₃ al 8%, el tiempo de secado fue de 17 días.

El mayor efecto de secado se produjo en la etapa uno, que tuvo una duración de seis a nueve días para todos los tratamientos. Sin embargo, los tratamientos con 20 °Brix presentaron un mayor porcentaje de pérdida acumulada durante todo el proceso y eso se asocia a un mayor contenido de agua.

Fecha de corte y contenido de azúcar

Las mediciones realizadas con refractómetro, desde principios de enero hasta que las uvas tuvieron la cantidad de azúcar deseada, permitieron conocer el momento oportuno de corte de cargador (20 °Brix – 24 °Brix). El día 17 de enero se llegó a un promedio de 20 °Brix y se procedió al corte de los primeros tratamientos; posteriormente, el día 27 de enero se procedió al corte de los segundos tratamientos con un promedio de 24 °Brix. Esa diferencia en grados Brix ocurrió en 10 días, lo que implicó una tasa de acumulación de azúcar de 4 °Brix por día o 2,5 días por cada grado Brix.

El porcentaje de humedad que alcanzó el tratamiento 20SC fue de 11,3%, para 20CO₃ 4% fue de 11,1% y para el tratamiento 20CO₃ 8%, del 10%. En cambio, para el tratamiento 24SC y 24CO₃ 4% el porcentaje de humedad fue menor del 7% y para el tratamiento 24CO₃ 8% fue de 8,6%.

Se pudo observar que los tratamientos con 20 °Brix tuvieron porcentajes de humedad de alrededor del 11% cuando se llegó a peso constante y tiempos de secado de entre 14 y 24 días. Por otro lado, para los tratamientos con 24 °Brix cortados 10 días posteriores, los porcentajes de humedad fueron menores, alrededor del 8%, con tiempos de secado igual (24 días), para los tratamientos 24SC y 24CO₃ 4%; por el contrario, para el tratamiento 24CO₃ 8% el tiempo de secado fue menor (17 días). Es decir, que los tiempos de secado para los tratamientos con mayor concentración de carbonato fueron entre 7 y 10 días más rápidos que los demás.

Respecto a la variable relación de secado, no hubo diferencias significativas en el factor porcentaje de emulsión, como así también no existe interacción entre los dos factores, solo hubo diferencias significativas en el factor madurez, medido en grados Brix.

Rendimiento de pasas por planta y hectárea

Durante la medición, la variable rendimiento de pasas por planta presentó una media de 4,09 kg, 5,4 kg y 5,22 kg para los tratamientos cortados con 20 °Brix (20SC, 20CO₃ 4% y 20CO₃ 8%, respectivamente); y una media de 6,16 kg, 5,47 kg y 6,14 kg para los tratamientos cortados con 24 °Brix (24SC, 24CO₃ 4% y 24CO₃

8%, respectivamente). El valor máximo hallado fue de 9,34 kg para 24CO₃ 8%, seguido por 24SC con un valor de 8,26. Dada una densidad de plantación de 2.222 plantas/ha, se puede hacer referencia a valores desde 9 t/ha de pasas cuando las uvas poseen 20 °Brix, hasta 13 t/ha cuando las uvas alcanzan 24 °Brix.

Conclusiones sobre el uso de emulsiones

En este estudio, el periodo de secado se redujo de siete a diez días cuando se utilizó carbonato de potasio al 8% según la fecha de corte. Con carbonato de potasio al 4% no se observó una reducción en el periodo de secado. El uso de carbonato de potasio al 8% (20CO₃ 8% y 24CO₃ 8%), permitió reducir los tiempos de secado de 24 días a 14 días cuando las uvas fueron cortadas con 20 °Brix y de 24 a 17 días cuando las uvas fueron cortadas con 24 °Brix.

La fecha de corte, según el grado de acumulación de azúcar, tuvo una diferencia de 10 días cuando existieron 4 °Brix entre las uvas de menor y mayor graduación (20 °Brix y 24 °Brix), y se utilizó un producto secante. Cuando no se utilizó producto secante, no se observó una reducción del tiempo de secado.

Se observó que el uso de carbonato de potasio al 8% y aceite al 4%, permitió reducir el período de secado en uvas, no así cuando se utilizó carbonato de potasio al 4% y aceite al 4%. Efectivamente, el uso de carbonato de potasio y aceite no altera los rendimientos en kg/planta de pasas de uva.

El producto secante, en años fríos y húmedos, acelera el proceso de secado, por lo que reduciría riesgos de exposición de la pasa a adversidades ambientales. Cortar antes o hasta el 27 de enero, en un año normal, permitirá un proceso de secado normal (24 días).